

ОТЗЫВ

Официального оппонента Гечи В.Я.

на диссертацию Иванова Николая Сергеевича «Многополюсные синхронные электрические машины обращенной конструкции», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.09.01 «Электромеханика и электрические аппараты»

Актуальность темы. Рост потребления электроэнергии, новые электротехнические устройства в электромобилях и электрифицированных самолетах, ветроэнергетические установки мощностью 10 МВт и более делают необходимым разработку новых электромеханических преобразователей. Синхронные машины обращенного исполнения позволяют в ряде случаев реализовывать конструкции, недостижимые при использовании машин традиционного исполнения, кроме того, обращенные электрические машины имеют увеличенный кинетический момент.

В диссертационной работе Иванова Н.С. рассмотрен важный вопрос сравнительного анализа двух наиболее перспективных типов синхронных машин обращенной конструкции – с возбуждением от высококоэрцитивных постоянных магнитов и с электромагнитным возбуждением, включая возбуждение от высокотемпературных сверхпроводящих проводов второго поколения. Данный анализ направлен на выявление более рационального применения того или иного типа возбуждения, а также позволяет оценить целесообразность перехода от одного типа возбуждения к другому для каждой конкретной технической системы.

Основные результаты и научная новизна

Научная новизна результатов диссертационной работы обусловлена следующими положениями:

1. Разработана новая методика электромагнитного расчета синхронных машин обращенной конструкции с возбуждением от постоянных

магнитов, основанная на аналитическом расчете двухмерных распределений магнитных полей в активной зоне синхронной машины.

2. Разработана новая методика расчета синхронных машин обращенной конструкции с электромагнитным возбуждением, включая возбуждение на основе высокотемпературных сверхпроводящих (ВТСП) проводов. Методика построена на базе аналитического расчета распределения магнитных полей в активной зоне машины.

Данные методики учитывают свойства материалов, структуру и геометрию активной зоны.

3. На основе полученных аналитических решений проведен сравнительный анализ синхронных машин обращенной конструкции с возбуждением от ПМ и электромагнитным возбуждением.

4. Сформулирован критерий, по которому можно проводить оценку целесообразности применения ВТСП проводов при проектировании ЭМП обращенной конструкции.

Основные результаты диссертации

1. Разработаны методики расчета двухмерных магнитных полей и параметров синхронных машин обращенной конструкции с ПМ и с электромагнитным возбуждением;

2. Разработана методика численного расчета синхронной машины обращенной конструкции с ПМ;

3. Получено значение МДС обмотки возбуждения (ОВ), эквивалентное значению МДС ПМ, которое может быть использовано при оценке целесообразности применения ОВ или ПМ в индукторе машины.

Структура и объем диссертации

Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка литературы. Работа изложена на 154 страницах, включающих 60 рисунков, 14 таблиц. Список литературы состоит из 87 наименований.

В первой главе проводится краткий обзор областей применения многополюсных синхронных машин обращенной конструкции с возбуждением от ПМ и с электромагнитным возбуждением. Приведены основные преимущества и недостатки рассматриваемых машин. Также в главе проведен анализ научных публикаций по методикам расчета магнитных полей и параметров многополюсных электрических машин. Показано, что вопросы, связанные с расчетом и проектированием электрических машин обращенной конструкции в литературе рассмотрены недостаточно подробно.

Во второй главе представлена аналитическая методика расчета многополюсных синхронных электрических машин обращенной конструкции с постоянными магнитами. Указаны основные допущения, принимаемые при постановке задачи, основные расчетные соотношения и граничные условия. В главе 2 приведены результаты решения задачи о распределении магнитных полей в активной зоне синхронной машины обращенной конструкции с возбуждением от ПМ. На основе данного решения получены соотношения для таких параметров машины, как ЭДС холостого хода и главное индуктивное сопротивление. Проведено исследование зависимости этих параметров, а также мощности машины от числа пар полюсов и относительной высоты ПМ.

В третьей главе приведено аналитическое решение задачи о распределении магнитных полей в активной зоне машины с электромагнитным возбуждением. При постановке задачи использовались допущения, аналогичные допущениям главы 2. Было получено решение задачи, на основании которого, определены ЭДС холостого хода, главное индуктивное сопротивление и построены основные характеристики машины. В третьей главе представлено сравнение двух типов обращенных синхронных машин – с возбуждением от ПМ и с электромагнитным возбуждением. В итоге получено соотношение, которое позволяет определить минимальную величину МДС, которую необходимо создать,

чтобы выходная мощность генератора с электромагнитным возбуждением была равна мощности машины с постоянными магнитами в заданных габаритах при той же частоте вращения. Используя это выражение, можно оценить целесообразность перехода к электромагнитному возбуждению и, в частности, к возбуждению на основе ВТСП проводов. В главе 3 приведен сравнительный анализ по перегрузочной способности двух типов машин одинаковой конструкции с равной линейной нагрузкой якоря. Показана целесообразность перехода к электромагнитному возбуждению при уровне тока в обмотках возбуждения близких к 100 А, что достижимо только при использовании ВТСП обмоток возбуждения ротора и криогенном охлаждении до температур жидкого азота и ниже. Проведенные в главе расчетно-теоретические исследования показали, что синхронные генераторы с электромагнитным возбуждением на основе ВТСП проводов имеют в несколько раз большую мощность по сравнению с магнитоэлектрическими машинами при малом числе пар полюсов и при больших частотах вращения ротора.

Достоверность и апробация полученных результатов

Достоверность результатов диссертационной работы подтверждается проверкой разработанных методик с использованием численных экспериментов, которые показали высокую степень точности результатов, полученных на основе аналитических методик. Результаты работы докладывались на 6 научных конференциях и были отмечены премиями и почетными дипломами. Автором опубликовано 3 работы в журналах, рекомендованных ВАК РФ. В публикациях автора достаточно полно отражены его основные научные результаты.

Замечания

1. Аналитическая методика расчет распределения магнитных полей в активной зоне обращенной синхронной машины с возбуждением от ПМ рассматривает только радиально намагниченные ПМ. Однако, для практики

большое значение также имеют случаи тангенциально намагниченных ПМ. В работе рассмотрение тангенциально намагниченных ПМ отсутствует.

2. В качестве апробации результатов аналитических расчетов в работе приведены результаты численного моделирования. Однако, известно, что, несмотря на высокую точность современных программных продуктов, позволяющих проводить численное моделирование, результаты испытаний макетных образцов могут отличаться от результатов моделирования.

3. В работе приведена численная методика расчета только для магнитоэлектрических машин, несмотря на то, что аналитический расчет машин с электромагнитным возбуждением в работе приведен.

Заключение.


Диссертационная работа написана на высоком научном уровне, результаты работы представляют значительный интерес. Отмеченные замечания являются устранимыми, общая оценка диссертационной работы положительна. Автореферат отражает основное содержание диссертационной работы и полностью соответствует ей. Диссертация «Многополюсные синхронные электрические машины обращенной конструкции» является законченной научно-квалификационной работой, она удовлетворяет всем требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, Иванов Николай Сергеевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата технических наук.

Д.т.н., профессор,
заместитель генерального директора
по научной работе
ОАО «Корпорация ВНИИЭМ»



 /Геча В.Я./

Подпись Гечи В.Я. заверяю:
Руководитель департамента управления
персоналом и социального обеспечения

 /Щедрина А.Г./

26.11.2014г.

Адрес: 107078, город Москва, Хоромный тупик, дом 4, строение 1.
Тел.: 8-495-365-26-69; e-mail: vniiem@vniiem.ru